

УДК 621. 891

С.П. Шимчук

УДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ БАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОСИСТЕМ КОВЗАННЯ В НЕСТАЦІОНАРНИХ УМОВАХ

Кафедра технології аеропортів, НАУ, e-mail: stelmah@nau.edu.ua

Показано сучасний стан експериментально-методичної бази, що використовується при трибологічних дослідженнях. Запропоновано враховувати фактор радіального відхилення утворюючої циліндр вала трибосистеми ковзання при розробці методик трибовипробувань, який суттєво впливає на відтворюваність результатів. Подано розроблену фізичну модель трибосистеми ковзання в нестационарних умовах, що викликані радіальними відхиленнями утворюючої циліндр вала.

Вступ

Трибологія на сучасному етапі свого розвитку швидкими темпами просувається до висвітлення питань контактної взаємодії навантажених поверхонь твердих тіл при їх відносному русі з метою управління процесами тертя для мінімізації зношування поверхонь. Цю проблему неможливо вирішити без використання спеціального обладнання та методик.

Аналіз досліджень і публікацій

Для дослідження структури поверхонь тертя на макро-, мікро- та субмікрорівнях на світовому ринку є велика кількість випробувальних і вимірювальних приладів:

- мікроскопи;
- мікроаналізatori поверхонь;
- профілографи-профілометри, у т. ч. і безконтактні [1].

Моделювання процесів тертя при різних видах контакту відбувається до сьогоднішнього дня на традиційних лабораторних машинах і системах, в яких при проектуванні не закладено можливість вивчення впливу деяких основних факторів на поведінку трибосистем (наприклад, відхилення від геометричної форми елементів трибопари в межах допуску):

- при точковому контакті ЧМТ (чотирикулькова машина тертя);
- при лінійному контакті RFL Optimol Test System [2];
- при контакті поверхня по поверхні УМТ-1, 77МТ-1, 2070СМТ-1, М22-ПВ, 2101ТП, ЛТС, Х-4Б, И-47-В-2, ИМ-58, МТГ, НИДИ [3].

Деякі дослідники спрямовують свої зусилля на створення універсальних машин тертя, які могли б реалізовувати всі три види контакту.

Універсальна машина тертя 2168 УМТ “Унітриб” призначена для випробування фрикційних і антифрикційних покриттів, а також мастил на тертя і спрацювання [4]. Великий набір змінних пристосувань дозволяє швидко переналагоджувати машину на такі схеми:

1) під час тертя ковзання:

диск–палець з коефіцієнтом взаємного перекриття $K_{вз}=0$;

кільце–кільце $K_{вз}=1$;

вал–втулка (гальмівні механізми);

2) під час тертя кочення:

диск–колодка;

вал–втулка;

вал–трубки (віброспрацьовування);

3) під час зворотно-поступального тертя ковзання:

стрижень–палець (лінійний контакт).

Найбільш поширеним у техніці є лінійний контакт. На думку багатьох авторів при лінійному типі контакту результати лабораторних випробувань є найбільш відтворюваними в кожному досліді [5; 6].

Найкраще фізичне моделювання процесів тертя відбувається лише коли спостерігається висока відтворюваність результатів, тобто коли створюються максимально однакові початкові умови випробувань:

- мікрогеометрія поверхонь;
- фізико-хімічні властивості контактуючих матеріалів пари;
- сталість швидкостей, навантажень і т.д.

До цих факторів, що впливають на відтворюваність результатів, належить фактор миттєвої сталості контактних напружень [5].

Отримані результати на машині тертя Dedal Friction Wear Test System (DFWTS) показали, що значний вплив на їх відтворюваність і зносостійкість поверхонь тертя має величина радіального биття поверхні циліндру вала [7].

Разом з тим, деякі труднощі, що виникають при заданні контрольованих числових значень радіального биття утворюючої циліндр вала на DFWTS, роблять її використання неефективним для поставлених цілей:

- непередбаченість конструкторською документацією використовувати цю машину в подібних випробуваннях;

– можливість задання відповідного числового значення радіального биття лише зміною відносного ексцентриситету e , що обмежується зазором між внутрішнім циліндром контрзразка 1 і валом машини тертя 2 (рис. 1).

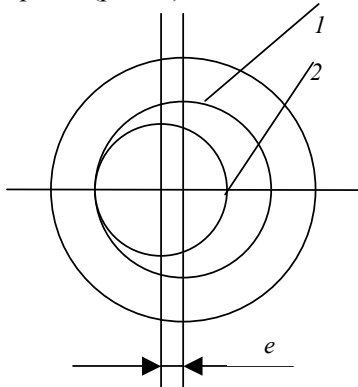


Рис. 1. Схема моделі регулювання радіального відхилення утворюючої циліндр вала на машині тертя DFWTS :

1 – внутрішній циліндр контрзразка; 2 – вал машини

Тому для дослідження фактора впливу радіального відхилення утворюючої циліндр вала на зносостійкість поверхонь тертя постала необхідність розробки і створення спеціальної лабораторної установки, яка б дозволяла вирішувати поставлені задачі

Модель трибосистеми ковзання в нестационарних умовах

Модель трибосистеми ковзання в нестационарних умовах (рис.2) було розроблено і виготовлено в науково-навчальній лабораторії новітніх триботехнологій Національного авіаційного університету у вигляді пристрою тертя з лінійним контактом і регульованим радіальним відхиленням валу (ПТЛК РР ВВ) під керівництвом доктора технічних наук, професора О.Ф. Аксьонова і безпосередній участі у всьому процесі створення машини інженерів В.С. Бондаря (Національний авіаційний університет) і В.С. Антонова (Луцький автомобільний завод).

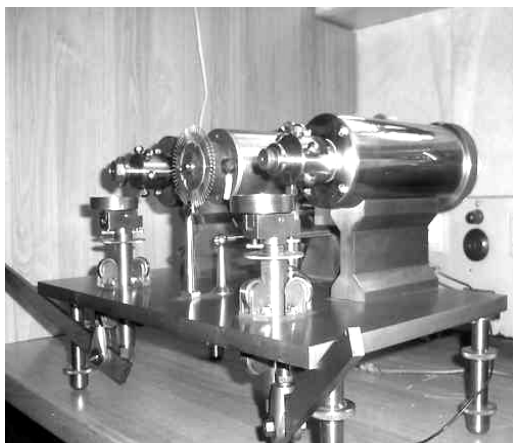


Рис. 2. Загальний вигляд ПТЛК РРВВ

Схему регулювання радіального відхилення валу зображено на рис. 3.

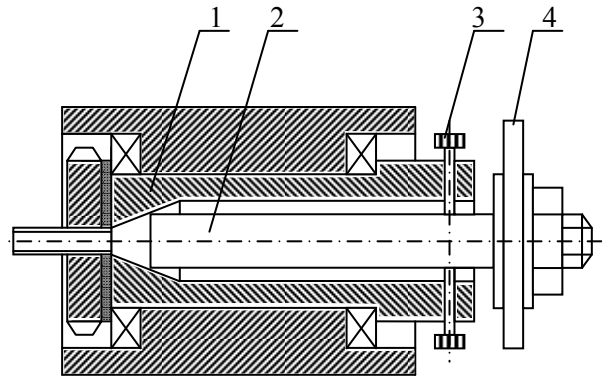


Рис. 3. Модель трибосистеми ковзання з регульованим радіальним відхиленням утворюючої циліндр вала:

1 – корпус; 2 – торсіон; 3 – гвинти; 4 – контрзразок

Конструкцією моделі вузла тертя передбачено, що торсіоном 2, який розміщено в корпусі 1, задається необхідне радіальне відхилення вала при терті ковзання. Роль утворюючої циліндр моделі вала виконує контрзразок 4.

Контроль числових значень радіального биття здійснюється індикатором годинникового типу (ІГТ) з ціною поділки 1 мкм.

Правильно підібраний матеріал торсіона (сталь 50ХФА) і відповідна його термообробка (гартування до твердості HRC 40) дозволяють йому працювати в режимі пружини та без значних зусиль задавати необхідні радіальні відхилення утворюючої циліндр. Регулювання та фіксація торсіону в необхідному положенні виконується трьома гвинтами 3, які розміщуються під кутом 120° один відносно іншого.

Дві послідовно розміщені моделі вузлів тертя (рис. 3), що синхронно обертаються від одного електропривода, дозволяють:

- проводити прискорені паралельні експрес-випробування модельованих процесів за однакових умов випробувань;
- проводити порівняльний аналіз різних варіацій системи контактуюча пара тертя – мастило. Машина тертя ПТЛК РР ВВ дає можливість моделювати процеси, що відбуваються в реальних вузлах тертя, та проводити випробування:
- конструкційних матеріалів на контактну зносостійкість при заданих, чітко контрольованих протягом всього експерименту величинах радіального биття вала;
- мастил і присадок до них на протиспрацьовувальні й антифрикційні властивості при циклічних навантаженнях контактуючої пари, що супроводжується пульсацією масляної плівки.

Апробація пристрою тертя з лінійним контактом і регульованим радіальним відхиленням вала

Випробування машини тертя на відтворюваність результатів на правому і лівому вузлах тертя проводили за методикою [8], контролюючи задані початкові значення величин радіального биття $\delta=0$ протягом усього часу проведення експерименту з допомогою ПТ. Матеріали контактуючих пар: ШХ 15 – ШХ 15. Частота обертання валів: $\omega=185$ об/хв. Елементи трибопар було доведено алмазними пастами до шорсткості за параметром R_a менше 0,2 мкм. Результати апробації показують, що машина тертя забезпечує високу відтворюваність результатів на обох паралельних вузлах тертя. Похибка між результатами на правому і лівому вузлах $\Delta = 3 \%$.

Висновок

Використовуючи машину тертя ПТЛК РР ВВ, можна експериментально вивчати питання, які піднімалися дослідниками праці [9] на теоретичному рівні, та досліджувати вплив ступеня динамічної рівноваги циліндричних елементів трибосистем ковзання, виготовлених із різного роду відхиленнями від геометричної форми тіл обертання на спрацювання їх поверхонь.

Література

1. *Новий* спосіб профілометрії трибосистем / С.М. Кіяшко, О.У. Стельмах, Є.М. Смірнов та ін. // Вісн. НАУ. – 2002. – №2. – С. 138–141.
2. *Инструкция* по эксплуатации – Munhen. LTD. Elmatic. RFL Optimol Test System. – 1978. – 30 с.
3. Браун Э.Д., Смушкович Б.П. Современные серийные машины трения // Трение и износ. – 1984. – Т. 5. – № 1. – С. 94–99.
4. *Справочник* по триботехнике. В 3-х т. Т. 1. Теоретические основы / Под общ. ред. М. Хебды, А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1989. – 400 с.
5. Костюнік Р.Є. Вплив сталості лінійного контакту трибосистеми ковзання на її характеристики // Вісн. НАУ. – 2004. – № 3. – С. 23–25.
6. Стельмах О.У., Сидоренко О.Ю., Костюнік Р.Є. Триботехнічна система “ДЕДАЛ” для випробувань паливно-мастильних матеріалів за протиспрацювальними та антифрикційними властивостями // Вісн. НАУ. – 2002. – № 4. – С. 52–55.
7. Шимчук С.П. Вплив радіальних відхилень розмірів валу на зносостійкість трибосистеми ковзання // Наук. нотатки. – Луцьк, 2004. – Вип. 15. – С.315 – 320.
8. Стельмах А.У., Сидоренко А.Ю., Костюнік Р.Е. Методика идентификации ГСМ по противоизносным и антифрикционным свойствам с учетом реальных условий их работы // Технологические системы. – К.: – 2002. – №3. – С. 96–101.
9. Чернець М.В. Методологія оцінки характеристик контакту та прогнозування довговічності циліндричних трибосистем ковзання з малою некруглістю їх елементів // Пробл. трибології. – Хмельницький, 2000. – № 2. – С.14–23.

Стаття надійшла до редакції 30.08.05.

С.П. Шимчук

Совершенствование современной экспериментально-методической базы для исследования трибосистем скольжения в нестационарных условиях

Показано современное состояние экспериментально-методической базы, используемой при трибологических испытаниях. Предложено учитывать фактор радиального отклонения образующей цилиндра вала трибосистемы скольжения при разработке методик трибоиспытаний, существенно влияющий на воспроизводимость результатов. Представлена разработанная физическая модель трибосистемы скольжения в нестационарных условиях, вызванных отклонениями образующей цилиндра вала.

S.P. Shimchuk

The perfection of the modern experimentally-methodical base for the researching of the sliding tribosystems in the transient condition

The modern condition of experimentally-methodical base that is used in tribological tests is shown in the article. It is offered to take into account the factor of a radial deviation of forming the cylinder of a shaft of the sliding tribosystem at development of techniques of tribotests as such, that essentially influences reproducibility of results. It is submitted the developed by authors the physical model of a tribosystem of sliding in non-stationary conditions that are caused by radial deviations of forming the cylinder of a shaft.